

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10-049214

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

EP 0408282

Europäisches Patentamt
GD1 - Dienststelle Berlin

24. OKT. 2000

Anl.:

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

REC'D 07 NOV 2000

WIPO

PCT

Aktenzeichen: 199 41 028.3**Anmeldetag:** 28. August 1999**Anmelder/Inhaber:** Dr. Ing. Willing GmbH, Schesslitz/DE**Bezeichnung:** Beleuchtungsvorrichtung mit blattförmiger Lichtverteilung zur Oberflächeninspektion**IPC:** F 21 V 11/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Oktober 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
 Im Auftrag

Jerofsky

Dr. Ing. Willing GmbH,
Columba-Schonath-Str. 4, 96110 Schesslitz-Burgellern

**Beleuchtungsvorrichtung mit blattförmiger
Lichtverteilung zur Oberflächeninspektion**

5

**Beleuchtungsvorrichtung mit blattförmiger
Lichtverteilung zur Oberflächeninspektion**

10

Zusammenfassung

15

Beleuchtungsvorrichtung mit im wesentlichen planer Lichtaustrittsfläche und über die gesamte Lichtaustrittsfläche gleichbleibender LeuchtdichteVerteilung, mit einer LeuchtdichteVerteilung, die in einer ersten Ebene senkrecht zur Lichtaustrittsfläche enggebündelt ist und in einer zweiten Ebene, die senkrecht zur ersten Ebene steht, breitstrahlend ist,
20 mit der eine abzumusternde Oberfläche, mit einer solchen Ausrichtung der Lichtverteilung der Beleuchtungsvorrichtung beleuchtet wird, dass bei entsprechender Hauptrichtung der Beobachtung die VerbindungsLinie zwischen Beobachter und betrachtetem Oberflächen-
element in einer Ebene parallel zur ersten Ebene liegt und dass diese erste Ebene näherungsweise senkrecht steht zur Oberfläche.

25

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungsanordnung, die eine solche Lichtverteilung besitzt, dass eine gleichmäßige Erkennung von Oberflächeneffekten wie Farbe, Farbeffekte oder topografische Abweichungen von einem kontinuierlichen Verlauf über eine große Oberfläche möglich wird.

- 5 Beleuchtungsanordnungen zur Inspektion von Oberflächen sind in Gebrauch. So werden großflächige diffus abstrahlende Leuchten benutzt, jedoch sind mit ihnen richtungs-abhängige Effekte nicht erkennbar.

Es sind auch Beleuchtungsanordnungen mit Leuchten mit engstrahlenden Lichtverteilungen im Einsatz, jedoch sind diese nur zur Beleuchtung kleiner Oberflächen einsetzbar. Um große Oberflächen mit diesen Leuchten abmustern zu können müssen diese entsprechend oft wiederholt werden, jedoch bei nahen Beleuchtungsabständen ergibt sich dann ein hell-dunkel Muster, das eine Fehlererkennung erschwert.

Andererseits sind streifenförmige lichtabstrahlende Flächen bekannt, mit denen in
15 Ausrichtung parallel zur Oberfläche unlackierte Metall- und Kunststoffoberflächen auf topografische Fehler abgemustert werden. Dies erfordert eine Lichteinstrahlung unter sehr flachen Einstrahlwinkeln von ca. 5 bis 10°, weil unter diesen Winkeln die Oberfläche sehr stark gerichtet reflektiert, während sie unter flacheren Winkeln überwiegend diffus reflektiert. Auch derartige Beleuchtungsstreifen sind nur für kleine Oberflächenteile
20 geeignet. Wenn jedoch mehrere Streifen zur Beleuchtung größerer Oberflächen aneinander gereiht werden, so werden näher an den Leuchten gelegene Flächenabschnitte der abzumusternden Oberfläche unter unerwünscht steilen Winkeln beleuchtet. Dies führt zu einer Verschleierung von Fehlern und erkennbaren Farben und Farbeffekten, die normalerweise bei richtiger Zuordnung zum beleuchtenden Streifen erkennbar wären.

25 Gleicher gilt für Leuchten mit zu breiter Lichtverteilung.

Oft werden auch Strahler eingesetzt mit kleiner abstrahlender Fläche, hoher Leuchtdichte und enger Bündelung. Praktisch zeigt sich aber, dass derartige Lichtverteilungen zu keiner sicheren Fehlererkennung führen, insbesondere wenn die Oberflächen gewölbt sind.

30 Generell tritt noch bei all diesen Lösungen das Problem der Direktblendung auf, wenn die Leuchten auf Grund ihrer zu breiten Lichtverteilung nicht nur in den gewünschten Richtungen auf die Oberfläche strahlen.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Beleuchtungsvorrichtung zu schaffen, die immer gleiche Beleuchtungsverhältnisse über eine beliebig große abzumusternde Oberfläche erzeugt, wobei die Lichtverteilung der Beleuchtung geeignet sein soll, je nach

- 5 Zuordnung von Beleuchtungsrichtung und Beobachtungsrichtung topografische Abweichungen einer ansonsten kontinuierlich verlaufenden Oberfläche erkennbar zu machen oder Farben sowie Farbeffekte reproduzierbar erkennbar zu machen. Die Lichtausstrahlung soll auf den zur Beleuchtung der Oberfläche benötigten Raumwinkel begrenzt sein, um versehentliche Blendung bei direktem Einblick auf die 10 lichtabstrahlenden Flächen zu vermeiden.

Durch viele praktische Versuche hat sich ergeben, dass die Erfindungsaufgabe mit einer Beleuchtungsanordnung gelöst wird, die folgende Lichtverteilung besitzt.

- 15 Erfindungsgemäß wird eine lichtabstrahlende Fläche erzeugt, die zumindest sich in kleinen Abständen wiederholend, möglichst aber lückenlos an jeder Stelle der lichtabstrahlenden Fläche immer die gleiche Lichtverteilung besitzt, die in einer senkrecht zur Abschlußfläche verlaufenden Ebene den Lichtaustritt auf einen sehr schmalen Winkelbereich von beispielsweise weniger als 5° , besser 2° begrenzt und in 20 Ebenen senkrecht hierzu eine breitstrahlende Lichtverteilung bewirkt, wobei erfindungsgemäß die Beleuchtungsvorrichtung mit ihrer Lichtverteilung so ausgerichtet wird, dass die Ebene in der die Bündelung vorgenommen wird, senkrecht zur betrachteten Oberfläche verläuft, somit also die Normale der Oberfläche enthält und andererseits auch die Verbindungslinie zwischen Beobachter - Auge oder Sensor - und 25 betrachtetem Oberflächenelement enthält.

Eine Beleuchtungsanordnung mit dieser Lichtverteilung geht erfindungsgemäß von einer lichtabstrahlenden Fläche aus, die mindestens so groß ist wie die lichtabstrahlende Fläche der Beleuchtungsvorrichtung und die in allen Richtungen in einen größeren Raumwinkelbereich Licht abstrahlt als durch die Beleuchtungsvorrichtung gefordert.

- 30 Derartige Flächen können zweckmäßigerweise mit Hilfe langgestreckter Lampen, z. B. Leuchtstofflampen oder linienförmigen Glühlampen, erzeugt werden, deren Lichtverteilung automatisch breitstrahlend in Ebenen parallel zur Lampenachse ist.

Im einfachsten Fall kann die Ursprungsfläche durch eine Anzahl parallel zueinander ausgerichteter Lampen in engem Abstand verwirklicht werden. Günstiger ist es jedoch, wenige Lampen zu benutzen und deren Lichtverteilung durch Reflektoren oder Linsen so auszurichten, dass der überstrahlte Raumwinkelberich größer ist als der durch die Beleuchtungsvorrichtung geforderte.

Vor dieser Ursprungsfläche wird erfindungsgemäß ein Paket mit parallelen Lamellenflächen so angeordnet, dass die Lamellenflächen parallel zu den langgestreckten Lichtquellen liegen und die Hauptstrahlrichtung der Ursprungsfläche durch die Lamellenanordnung hindurch leuchtet. Die Lamellenanordnung ist vorzugsweise so dimensioniert, dass der Öffnungswinkel in Ebenen quer zur Lamellenfläche kleiner 5° ist und je nach Anordnung sind Winkel bis zu weniger als 2° günstig. Nur in Ausnahmefällen sollten größere Winkel benutzt werden.

Die Oberfläche der Lamellen ist erfindungsgemäß diffus streuend mit geringem gerichteten Reflexionsanteil. Eine in einem engen Winkelbereich lückenlose Ausleuchtung ergibt sich erfindungsgemäß mit Oberflächen, die unter sehr flachen Einstrahlungswinkeln einen hohen Grad der gerichteten Reflexion besitzen und unter steileren Einstrahlungswinkeln in diffuse Reflexion übergehen. Dies sind beispielsweise lackierte Oberflächen oder metallische Oberflächen.

Vorzugsweise ist die Oberfläche schwarz oder grau.

Erfindungsgemäß können die Lamellen auch entweder auf einer oder auf beiden Seiten optisch dicht auf Lichtleitplatten angeordnet sein, welche die Zwischenräume zwischen den Platten ausfüllen und polierte Lichteintritts- und austrittsflächen besitzen.

Die Erfindung wird anhand der Bilder 1 bis 7 erläutert.

Bild 1 zeigt die Leuchtdichteverteilungen 1 und 2 in zwei senkrecht zueinander stehenden Ebenen in kartesischer Darstellung. Die Lichtverteilung 1 ist extrem enggebündelt, so dass sogar bei sehr flacher Lichteinstrahlung eine ausschließliche Beleuchtung der abzumusternden Oberfläche möglich ist.

Bild 2 zeigt eine räumliche Darstellung in kartesischen Koordinaten x.y.z mit einer von einem Oberflächenelement 5 auf der lichtabstrahlenden Ursprungsfläche 6 ausgehenden blattförmigen Lichtverteilung 3 mit der ein entsprechender Ausschnitt aus der Oberfläche 21 beleuchtet wird, während die Oberfläche aus der Richtung 22 beobachtet wird. Diese
 5 Richtung ist die Hauptbeobachtungsrichtung, insbesondere bei der Suche nach topografischen Fehlern wird ein Beobachter davon auch abweichende Beobachtungsrichtungen benutzen.

Bild 3 zeigt eine mögliche Ursprungs-Reflektrooptik mit dem Reflektor 8 und dem
 10 Flächenelement 9, stellvertretend für alle anderen lichtabstrahlenden Flächenelemente, die in den beiden Ebenen die Lichtverteilungen 1 und 2 erzeugt.

Bild 4 zeigt das Lamellenpaket 9 in räumlicher Darstellung das durch die Ursprungsfläche hinterleuchtet wird, die in diesem Beispiel auch aus einer Anzahl parallel ausgerichteter
 15 Lampen 7 bestehen kann.

Bild 5 zeigt die Draufsicht auf ein Lamellenpaket, das diesmal durch die Ursprungsfläche 8 mit der Lampe 7 beleuchtet wird. Der Öffnungswinkel ist durch die Lichtstrahlen 11 gegeben. Die ausgeleuchtete Fläche wird in diesem Fall immer wieder in schrägen
 20 Richtungen durch die Lamellen unterbrochen.

Bild 6 zeigt eine ohne Unterbrechung ausgeleuchtete lichtabstrahlende Fläche 12 der Lamellenoptik, die erfindungsgemäß durch gerichtete Reflexion der Lamellen unter flachen Winkeln entsteht. Dies ist anhand der Lichtstrahlen 13 und 14 dargestellt, die an
 25 den Lamellen durch Reflexion der Lichtstrahlen 15 und 16 entstehen.

In Bild 7 dagegen sind steilere Lichtstrahlen 17 und 18 dargestellt, aus deren Richtung die Lamellenoptik nunmehr dunkel erscheint. Die Strahlen 17 und 18 entstehen durch Vielfachreflexionen der Strahlen 18 und 20, die außerdem unter steileren
 30 Lichteinfallswinkeln auftreffen, unter denen der Grad der gerichteten Reflexion abnimmt, so dass die Strahlen 17 und 18 praktisch keine Leuchtdichte mehr besitzen.

Patentansprüche:

5 Anspruch 1:

Beleuchtungsvorrichtung mit im wesentlichen planer Lichtaustrittsfläche und über die gesamte Lichtaustrittsfläche gleichbleibender LeuchtdichteVerteilung,
dadurch gekennzeichnet, dass die LeuchtdichteVerteilung in einer ersten Ebene senkrecht zur Lichtaustrittsfläche enggebündelt ist und in einer zweiten Ebene, die senkrecht zur ersten Ebene steht, breitstrahlend ist und dass mit dieser Beleuchtungsvorrichtung eine abzumusternde Oberfläche beleuchtet wird, mit einer Ausrichtung der Lichtverteilung der Beleuchtungsvorrichtung, dass bei entsprechender Hauptrichtung der Beobachtung die VerbindungsLinie zwischen Beobachter und betrachtetem Oberflächenelement in einer Ebene parallel zur ersten Ebene liegt und dass diese erste Ebene näherungsweise senkrecht steht zur Oberfläche.

15

Anspruch 2:

Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
die Oberflächen plan oder leicht gekrümmmt sind.

Anspruch 3:

25 die Oberflächen in Ebenen parallel zur zweiten Ebene gekrümmmt sind.

Anspruch 4:

Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 3
dadurch gekennzeichnet, dass
30 die Bündelung in der ersten Ebene kleiner als 5° ist.

Anspruch 5:

Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 3

dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 die Bündelung in der ersten Ebene kleiner als 2° ist.

Anspruch 6:

Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 5

- 10 dadurch gekennzeichnet, dass

der Beobachter eine Person ist

Anspruch 7:

- 15 Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 5

dadurch gekennzeichnet, dass

der Beobachter ein Sensor ist.

20 Anspruch 8:

Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 7

dadurch gekennzeichnet, dass

die Beleuchtungsvorrichtung aus einer lichtabstrahlenden Ursprungsfläche besteht mit einer LeuchtdichteVerteilung über die gesamte Fläche, die ohne Unterbrechung oder mit

- 25 Unterbrechungen nur in geringem Abstand eine LeuchtdichteVerteilung in einem Raumwinkel aufweist, der größer ist als der Raumwinkel der Lichtabstrahlung der Beleuchtungsvorrichtung und dass vor dieser Ursprungsfläche eine Anordnung von zueinander parallelen Lamellenflächen so angeordnet ist, dass in Ebenen parallel zu den Lamellen die LeuchtdichteVerteilung breitstrahlend ist und in Ebenen quer zu den
- 30 Lamellen die LichtVerteilung engstrahlend.

Anspruch 9:

Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 8

- 5 dadurch gekennzeichnet, dass
die Lamellenoberflächen unter flachen Lichteintrittswinkeln einen hohen Reflexionsgrad
der gerichteten Reflexion besitzen und unter steilen Lichteinfallswinkeln überwiegend
diffus reflektieren.
-

10

Anspruch 10:

Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 8 und 9

- dadurch gekennzeichnet, dass
die Lamellenoberflächen schwarz sind.

15

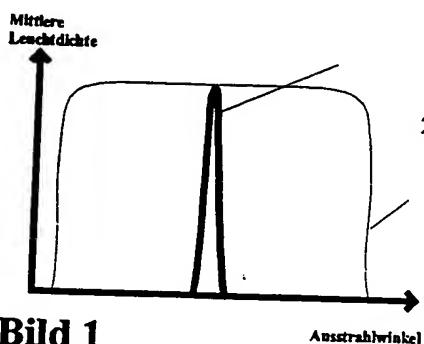
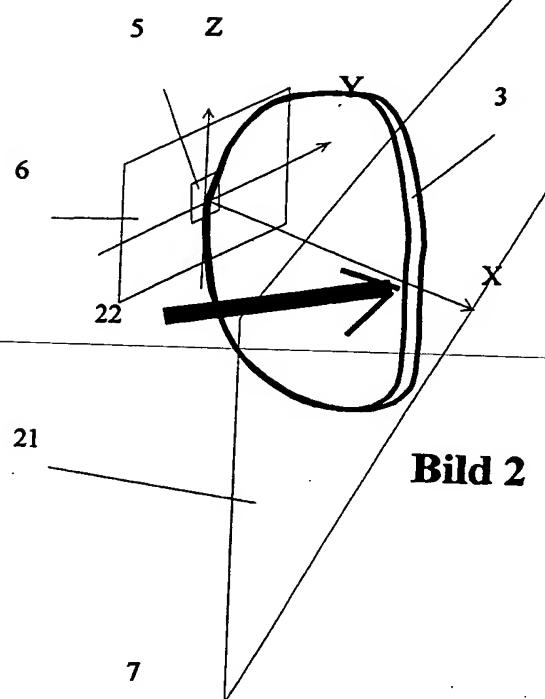
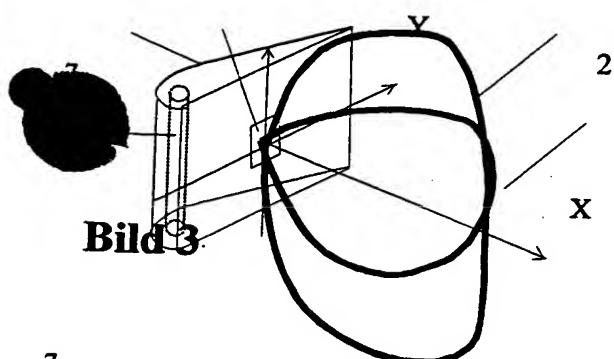
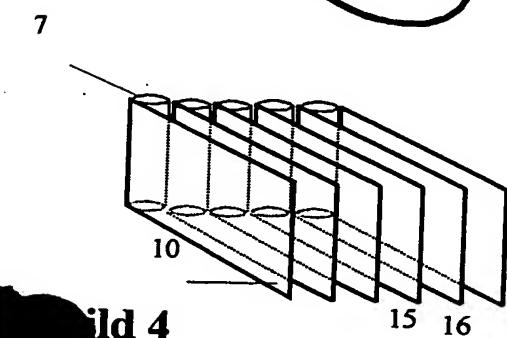
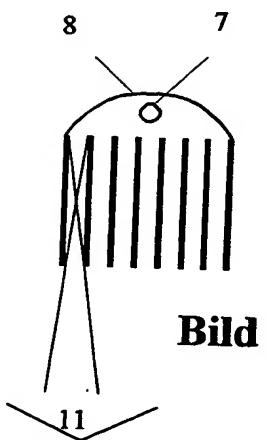
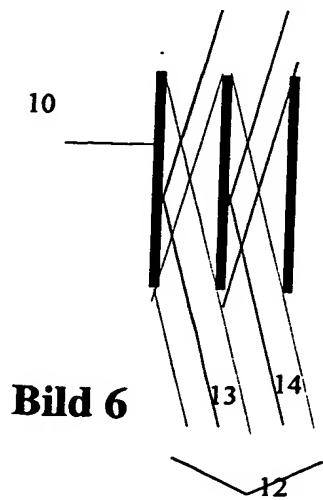
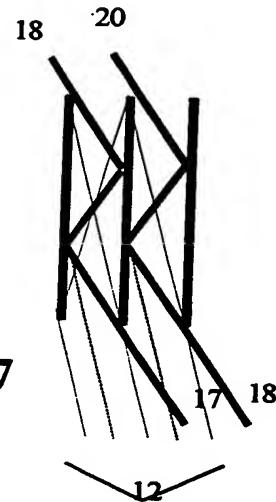
Anspruch 11:

Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 10

- dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Zwischenräume der Lamellen mit einem lichtleitenden transparenten Medium
ausgefüllt sind, und dass die Lamellenoberfläche zumindest auf einer Seite optisch dicht
mit dem Medium verbunden ist.
- 

25

30

**Bild 1****Bild 2****Bild 3****Bild 4****Bild 5****Bild 6****Bild 7**

